


# 艾米电子 EP3C16Q240

# FPGA/NIOS II 开发板用户手册

v1.2　　3.10，2010

艾米电子工作室 ——让开发变得更简单

网站：http://www.amy-studio.com

淘宝：http://amy-studio.taobao.com

QQ（邮箱）：amy-studio@qq.com

# 序：

艾米电子工作室成立于 2009 年。经过 1 年多的运作，网站和论坛初具规模，得益于广大网友的支持与帮助，这里对支持艾米电子的热心网友表示感谢！艾米电子 FPGA 系列开发板自面市以来，一直得到广大网友的喜爱，EP2C8Q208-FPGA/NIOS 开发板 09 年热销 1000 多套，其中有几所高校定购了几十套作为实验室使用。2010 年艾米电子将延续 09 年的良好业绩，更好的发展，为客户提供更完善的开发板、开发模块以及资料。同时我们会完善论坛的技术支持，提高产品质量和服务形象，也欢迎广大网友加入艾米电子。有意者可以通过邮箱联系我，协助管理论坛，对自己的能力也是一个提高和锻炼。

2010 年计划推出和完善如下产品：

| | |
|---|---|
| EP2C5T144-FPGA | **入门级开发板** |
| **EP2C8Q208-FPGA/NIOS** | **最具性价比开发板** |
| EP3C16Q240-FPGA/NIOS | **高级开发板** |

同时完善接口板以及外围接口模块，届时将会推出各种处理器的空板 PCB。

敬请各位网友关注！

# 目　　录

# 一、简介

EP3C16Q240C8 - FPGA 开发板（以下简称 EP3C16 开发板）采用 Altera 公司推出的 CYCLONE II 系列芯片 EP3C16Q240C8 芯片作为核心处理器进行设计，CYCLONE II 系列芯片可以说是目前市场上性价比最高的芯片，比第一代的 EP1C6 或者 EP1C12 等芯片设计上、内部的逻辑资源上都有很大的改进，同时价格也可以被广大客户接受；虽然 Altera 推出了 CYCLONE III 甚至于 IV 代的芯片，但是目前市场上价格走势偏高，尤其是针对广大初学者的定位，目前还不是适合采用。

艾米电子 10 年全新力作精心推出三款开发板，满足客户的高中低档要求，核心板采用的都是小体积接口，适合用于嵌入式产品开发当中，欢迎各大公司洽谈选购！三款分别如下：

**EP2C5T144-FPGA —— 满足一般的嵌入式逻辑需求，学习逻辑 FPGA 的最佳选择，EP2C5 价格低，资源相对较少，跑 NIOS II 系统稍显吃力，因此不适合做 NIOS II 开发，定位为“入门级开发板”！**

**EP2C8Q208-FPGA/NIOS —— 此款为艾米电子主打产品，价位适中，资源足以应付一般的产品开发、学习之用，经过了市场的验证，产品稳定可靠，跑单纯的 FPGA 逻辑或者 NIOS II 都可以胜任，定位为“最具性价比开发板”！**

**EP3C16Q240-FPGA/NIOS —— 此款开发板是艾米电子最新力作，可以说是目前市场上高端的 FPGA/NIOS II 系列开发板，资源较多，是 EP2C8 的二倍左右，用户可用 IO 数量也有显著的提高，同时是 III 代的最新产品，唯一不足就是芯片价格偏高，适合做研究用，定位为“高级开发板”！**

用户可以根据自身的需求选择一款合适的开发板！（艾米系列产品报价见尾部）

核心板用户群体面向广大的高校相关专业学生、电子爱好者、科研单位、企事业单位的开发设计人员，适合于产品原型的快速开发、学生参加各种电子设计大赛、学习 FPGA 技术入门，课程设计以及毕业设计等，亦可用于系统设计前期快速评估设计方案；核心板加接口板的组合套餐可以应用与个人学习，或者高校的实验教学使用。

# 二 、核心板照片及资源描述

## 2.1 EP3C16Q240C8 芯片资源描述

Altera 的最新芯片都采用逻辑单元为单位衡量内部的资源，不同于以往的多少万门的概念，请大家注意。换算的比例：

**EP2C5 等效 23 万门**；EP2C8 等效 42 万门；**EP3C16 等效 90 万门**；（仅供参考）

客户可以访问 Altera 公司官方网址获得最新消息，

http://www.altera.com.cn/products/devices/dev-index.jsp

表 1 三款芯片资源对比

| 器件 | EP2CT144C8 | EP2C8Q208C8 | EP3C16Q240C8 |
|---|---|---|---|
| 逻辑单元 | 4,608 | 8, 256 | 15,408 |
| 总比特数 | 119,808 | 165, 888 | 516,096 |
| 嵌入式 18x18 乘法器 | 13 | 18 | 56 |
| PLLs | 2 | 2 | 4 |
| 最多用户 IO 管脚 | 89 | 138 | 148 |
| 封装 | 144-pin TQFP | 208-pin PQFP | 240-pin PQFP |

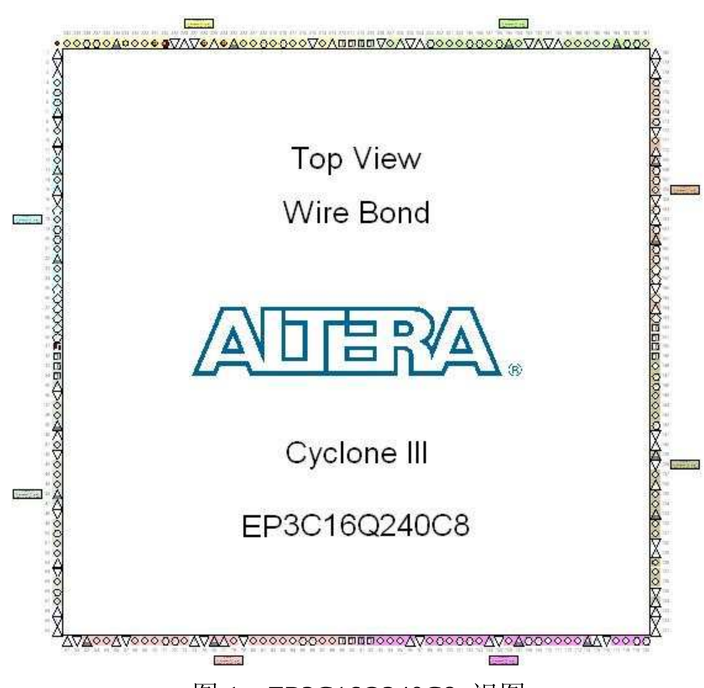
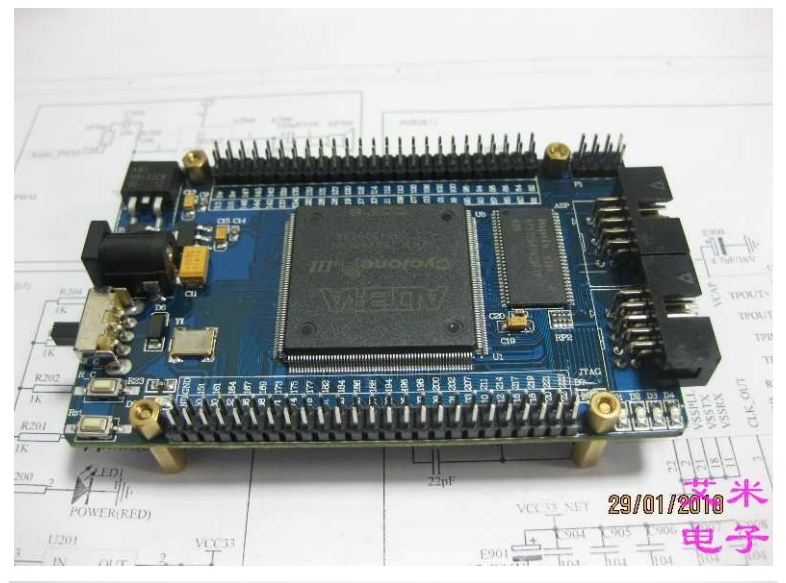



图 1 EP3C16Q240C8 视图

## 2.2 照片及引脚分配



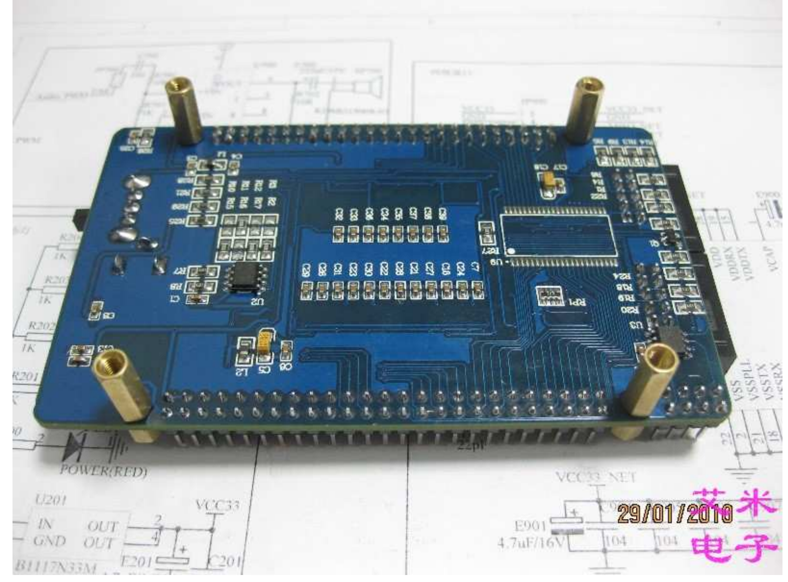



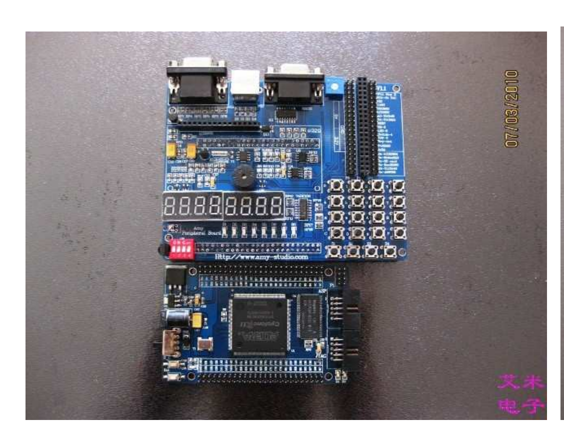

图 2　EP3C16 开发板 正面以及背面照片







图 3　EP3C16 开发板 JTAG 以及 ASP 连接方式照片









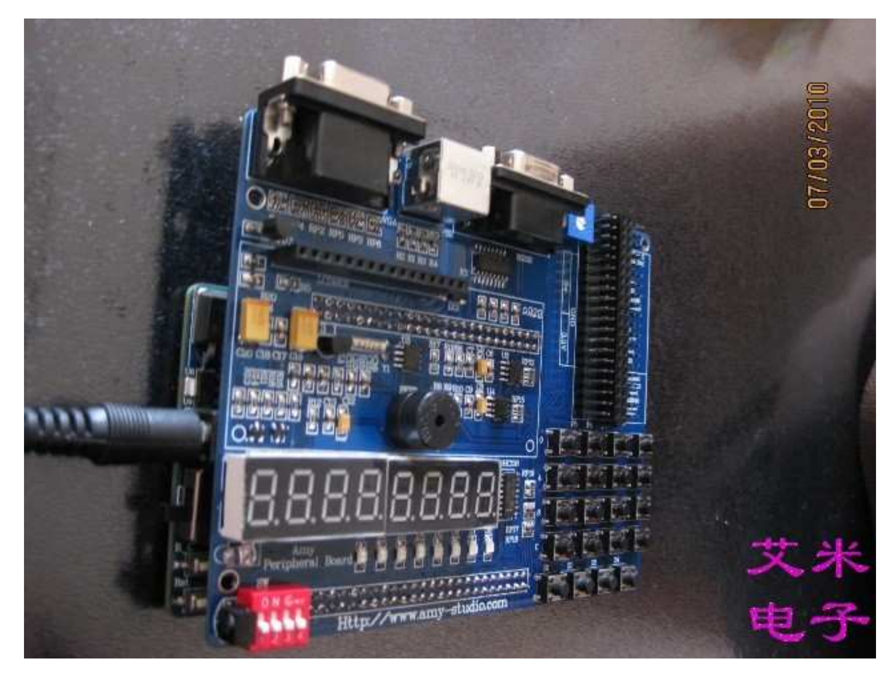




图 4　EP3C16 核心板与接口板连接图

表 2 EP3C16 开发板引脚对应表

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| GND | GND | | 3.3v | 5v |
| 150 | 151 | | 3.3v | 5v |
| 160 | 161 | | 146 | 147 |
| 162 | 164 | | 144 | 145 |
| 166 | 167 | | 142 | 143 |
| 168 | 169 | | 137 | 139 |
| 171 | 173 | | 134 | 135 |
| 174 | 175 | | 132 | 133 |
| 176 | 177 | | 128 | 131 |
| 181 | 182 | | 126 | 127 |
| 183 | 184 | | 119 | 120 |
| 185 | 186 | | 117 | 118 |
| 187 | 188 | | 113 | 114 |
| 189 | 194 | | 111 | 112 |
| 195 | 196 | | 109 | 110 |
| 197 | 198 | | 107 | 108 |
| 199 | 200 | | 103 | 106 |
| 201 | 202 | | 101 | 102 |
| 203 | 207 | | 99 | 100 |
| 210 | 211 | | 95 | 98 |
| 212 | 214 | | 93 | 94 |
| 216 | 217 | | 87 | 88 |
| 218 | 219 | | 85 | 86 |
| 220 | 221 | | 83 | 84 |
| 222 | 223 | | 81 | 82 |

## 2.3 功能描述

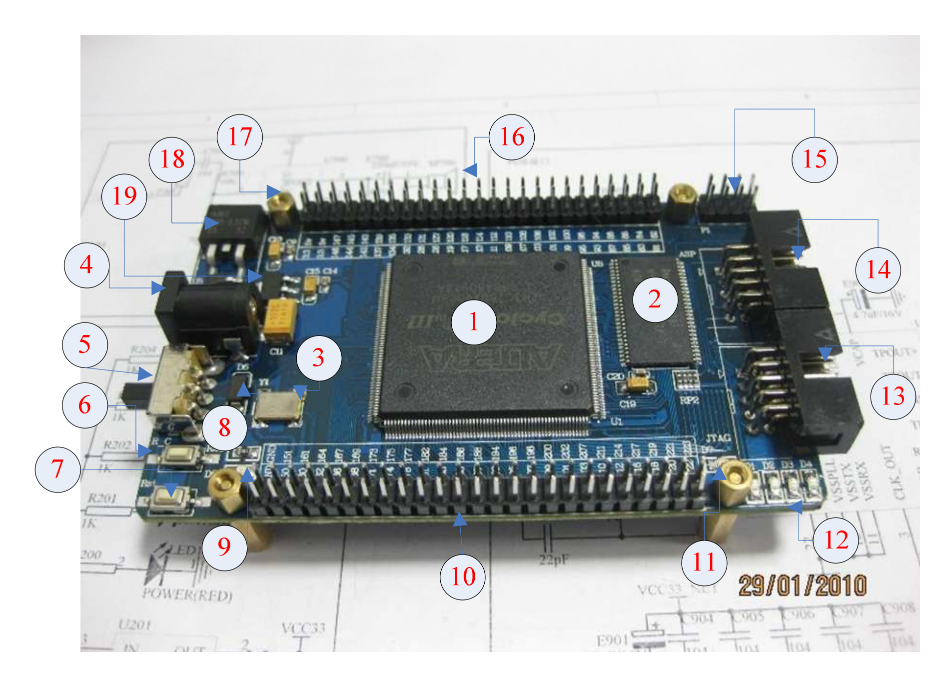



图 5　EP3C16 开发板正面功能图

1. 板载 EP3C16Q240C8 - FPGA 核心芯片；
2. 板载 SDRAM -K4S641632-UC60 或 HY57V641620FTP-7，两款 SDRAM 兼容，容量 64Mbit，引脚独立，用来做 NIOS II 实验的程序运行空间
3. 50MHz 有源晶体，提供系统工作主时钟，通过 22 欧姆匹配电阻连接只 CLK0、CLK4、CLK8、CLK12，均可以作为系统时钟使用；
4. 5v 电源输入接口 外经 5mm，内径 3.5mm 内正外负；
5. 电源开关，正视开发板，向上接通电源；
6. R_C 按键，FPGA 的重新配置按键，按下之后，系统重新从 EPCS1 配置芯片中读取程序然后工作；
7. Rst 按键，这个用户 IO，可以当做用户输入按键使用，也可以分配为系统的复位按键；
8. IN5822 二极管 防止电源反接，高速肖特基二极管；
9. 电源工作指示灯 D5；
10. 25x2 双排直插 2.54 间距用户接口；
11. 下载指示灯 D7，平时熄灭，下载的时候会亮，按下 R_C 按键的时候也会亮

12. 4 个用户 LED – D1~D4，引脚独立，没有与接口板进行复用；
13. JTAG 下载接口，对应下载的文件是 SOF 文件，速度很快，JTAG 将程序直接下载到 FPGA 中，但是掉电程序丢失，平时学习推荐使用 JTAG 方式，最后固化程序的时候再通过 ASP 方式将程序下载到配置芯片中即可；
14. ASP 下载接口，对应下载的是 POF 文件，速度相对 JTAG 比较慢，而且需要重新上电并且拔掉下载线，才能工作，操作相对麻烦，不推荐学习的时候使用，最后需要断电操作的情况下再使用 ASP 下载模式；
15. 4 线制 RS232 串口通信接口以及 SRAM 片选跳线选择；当与接口板连接时，改引脚与复用；
16. 25x2 双排直插 2.54 间距用户接口；
17. 螺丝铜柱支撑；
18. 1085-3.3v 稳压芯片；
19. 1117-1.2v 稳压芯片，提供 FPGA 核电压；

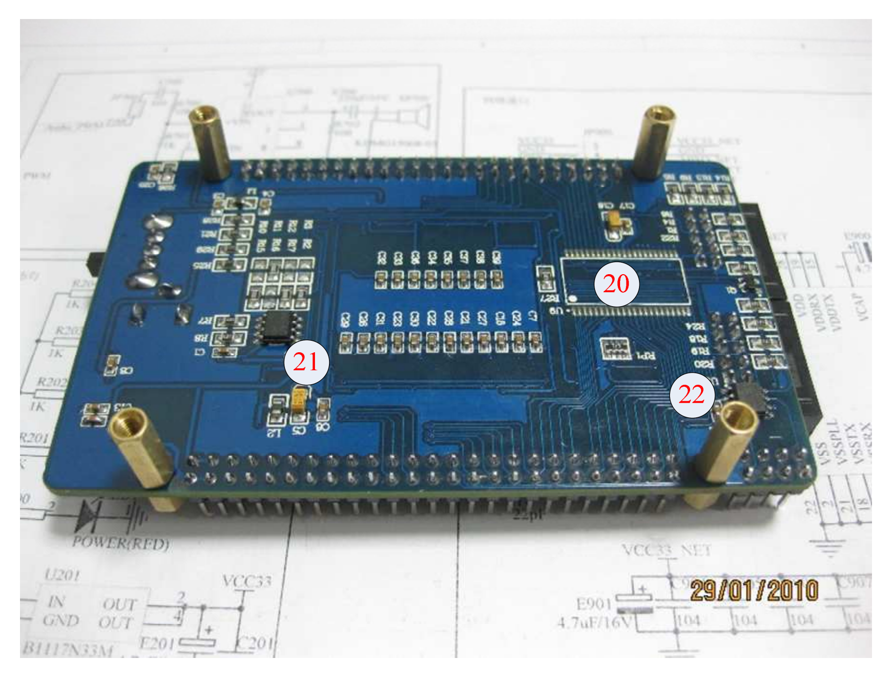



图 6　EP3C16 开发板背面功能图

20. SRAM 芯片 IS61LV25616AL 256kx16b，（注意是选配件）；
21. AT24C02 – I2C 存储器件
22. 配置芯片 EPCS16　（16Mb）；

# 2.4 硬件电路详解

## 1. EP3C16 FPGA 四个 bank

完整电路可以看 pdf 版本的原理图。关于引脚的几点说明：

1) ASDO　　管脚 12 为 ASP 配置部分电路引脚
2) nCSO　　管脚 14 为 ASP 配置部分电路引脚

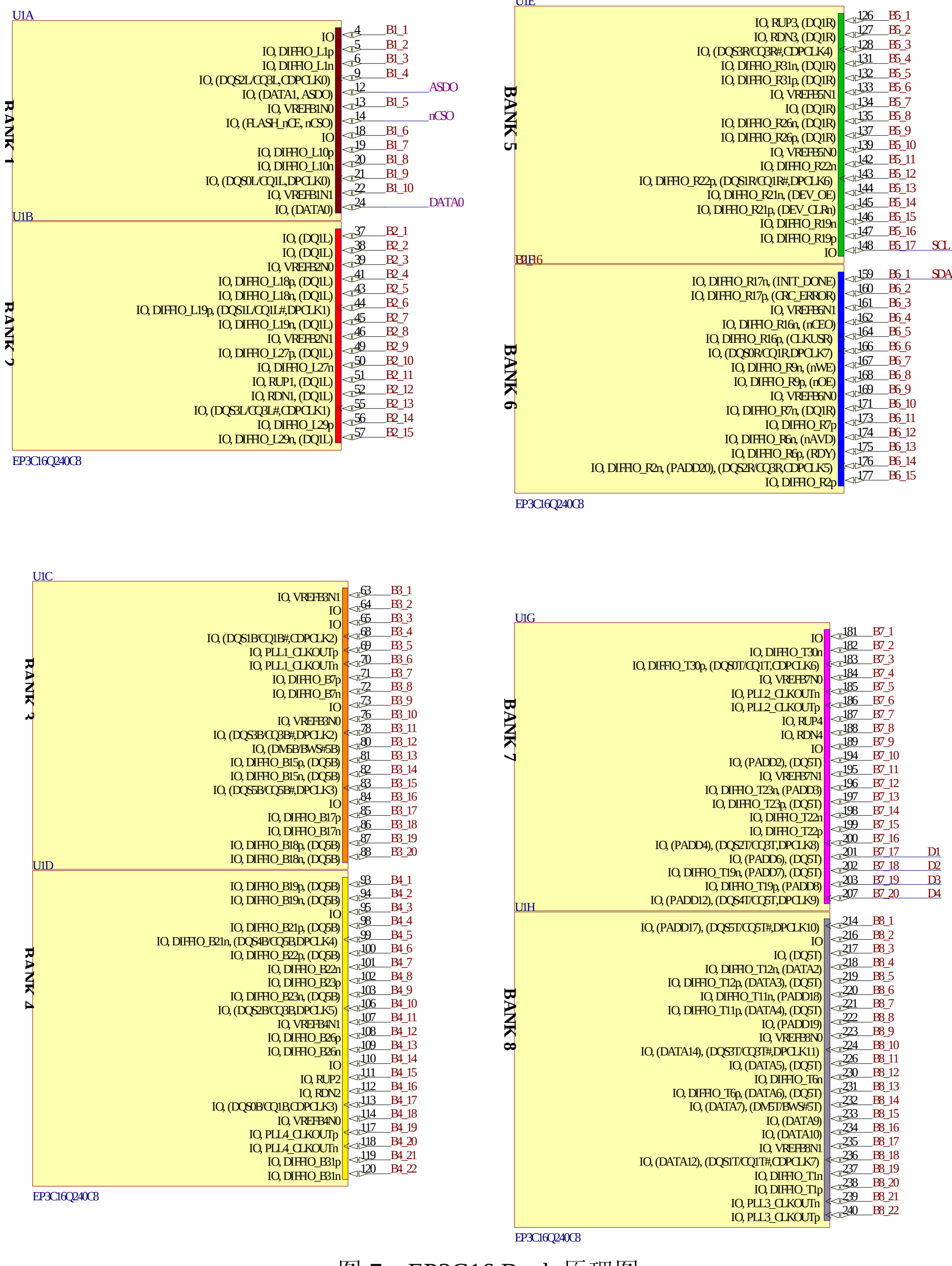



图 7　EP3C16 Bank 原理图

核心板对外接口如下所示，提供了两列 2x25 双排直插，2.54 间距的标准接口，其中本套 EP3C16 开发板一共引出的引脚为：100 — 6 （power） = 94 个用户使用 IO，其中 CLK5、CLK6、CLK9、CLK10、CLK11 为输入引脚，其余的均为双向可用 IO。

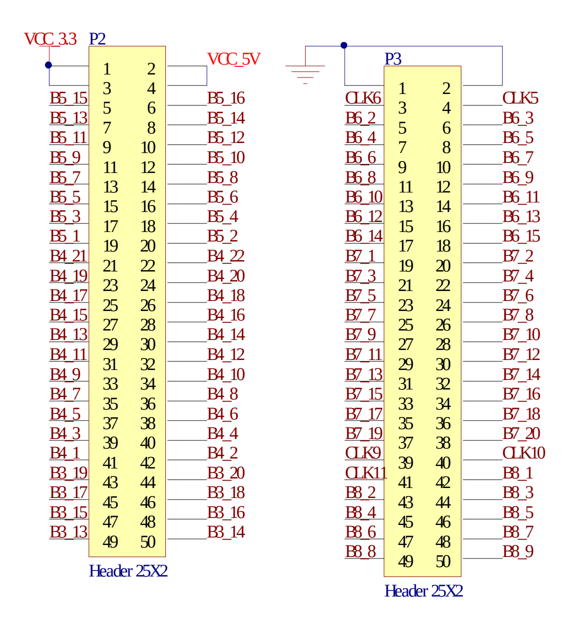



图 8　EP3C16 排阵接口

## 2. 存储器 SDRAM 电路

这里选用的 SDRAM 芯片是 K4S641632k-UC60 或者 HY57V641620FTP，二者管脚兼容，均为 64Mbit 容量，地址为 A0~A11，A12 的地址也是为了兼容更高容量的芯片设计的。SDRAM 的电源部分做了单独的滤波处理，采用高质量 10uf 钽电容进行处理，同时片选、读信号、写信号等都用了上拉电阻，提高稳定性。

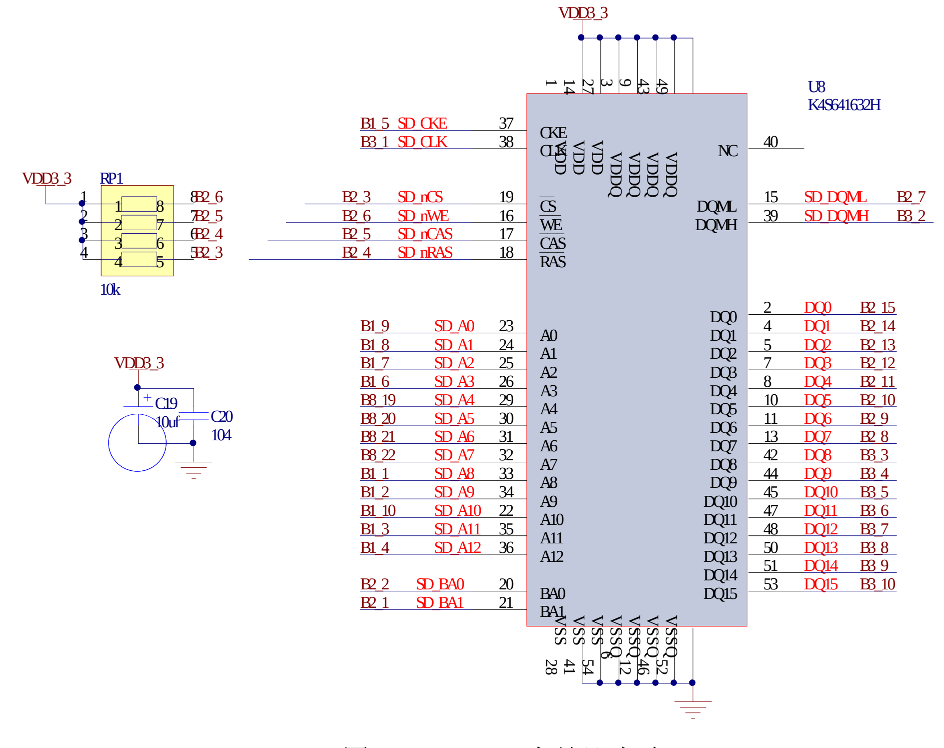



图 9　SDRAM 存储器电路

# 3. 板载 led 及 I2C 存储器接口

EP3C16 开发板板载四个 LED，管脚均独立，用来测试开发板的基本工作情况。板载 AT24C02-I2C 串行接口存储器，可以保留用户的信息，掉电不丢失。

表 3 板载 LED 引脚分配

| 信号名称 | FPGA 对应引脚 | 作用描述 |
|---|---|---|
| Q_LED[0] | 224 | 板载 LED |
| Q_LED[1] | 226 | 板载 LED |
| Q_LED[2] | 230 | 板载 LED |
| Q_LED[3] | 231 | 板载 LED |

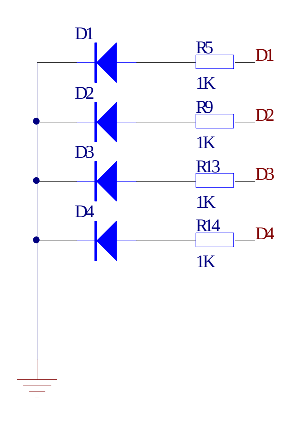



图 10　板载 LED 电路

表 4 板载 AT24C02 引脚分配

| 信号名称 | FPGA 对应引脚 | 作用描述 |
|---|---|---|
| SCL_I2C | 148 | AT24C02 串行时钟引脚 |
| SDA_I2C | 159 | AT24C02 串行数据引脚 |

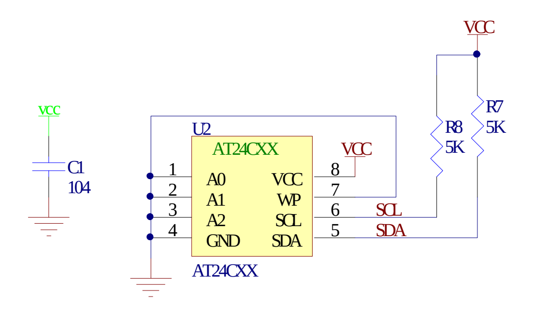



图 11 板载存储器电路

## 4. 可选 SRAM 电路

为了是该开发板更好的支持实际工程产品开发，特在开发板上提供了 SRAM 接口，可以方便用户进行高速的数据缓存，扩展 RAM，同时也可以跑 Nios II 系统。采用的是 IS61LV25616AL，地址线一共为 18 根，其中 A18 是为了兼容 1Mb 的 SRAM，IS61LV51216AL 设计；数据线 16 根，控制线 5 根，总占用 IO 数量为 18 + 16 + 5 = 39 根。该芯片为 256x16b Kbit，因此为 512k 字节空间。

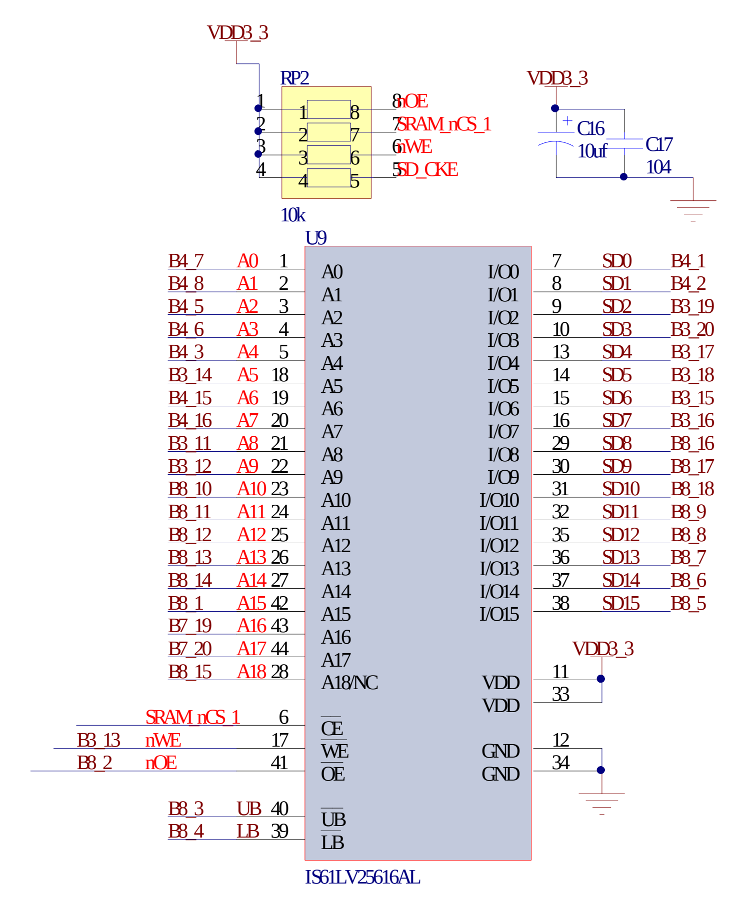



图 12　SRAM 接口以及排阵接口

## 5. 配置部分电路

这部分包括 JTAG 以及 ASP 接口设计，还有 EPCS16 配置芯片，同时加入了下载指示电路，download 的时候，该指示灯会亮，设计了 R_con 按键，可以不用断电直接重新配置 FPGA。

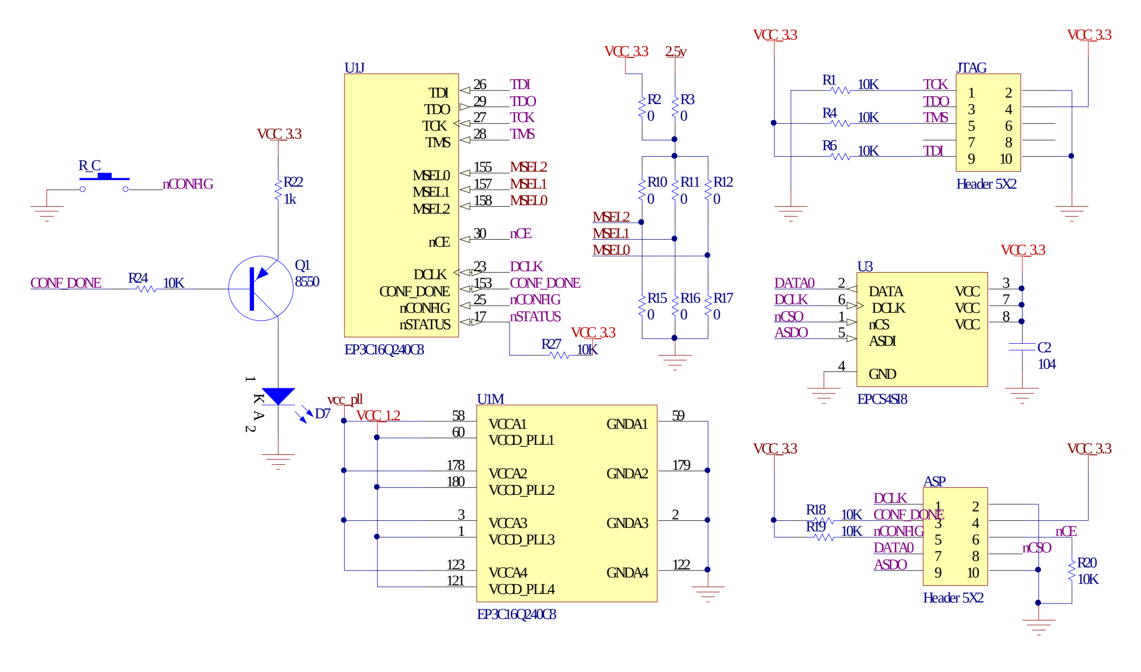



图 13　配置部分电路

## 6. 时钟及复位部分电路

该开发板采用 50M 有源贴片晶体为系统提供运行时钟，时钟部分电路电源经过 π 性滤波处理，工作更加稳定可靠。EP3C16 开发板为客户提供 16 个 CLK 时钟使用，这些时钟都可以用作普通的输入引脚，本系统中对这些时钟引脚处理如下：

(一) CLK0、CLK4、CLK8、CLK12 用作系统工作时钟，直接接入 50MHz 晶体；

(二) CLK7 用作系统复位引脚，用户可以通过编程实现复位功能；

(三) CLK5、CLK6、CLK9、CLK10、CLK11 为用户输入引脚，引出到排阵中，供用户使用；

(四) CLK1、CLK2、CLK3、CKL13、CLK14、CLK15 未引出。

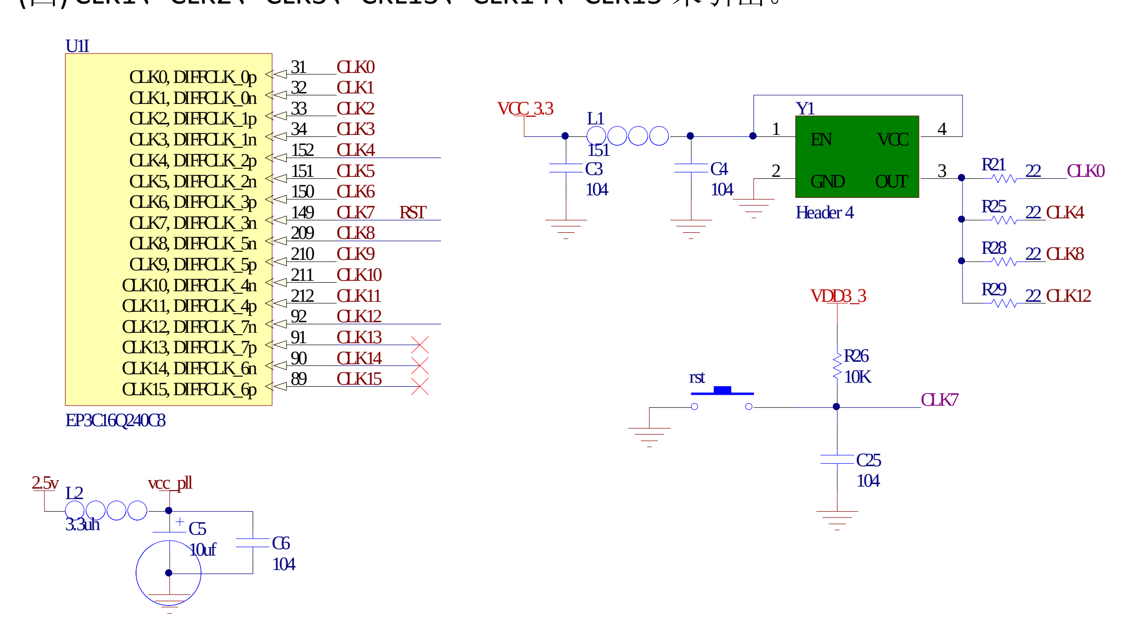



图 14　时钟以及复位电路

# 7. 电源部分电路

外部输入 5v 电源，经过 1085-3.3v 稳压后输出 3.3v，然后送给 1117-1.2v 稳压，提供 FPGA 的内部核工作，EP3C16 首次采用了 2.5v 作为锁相环的工作电压，因此需要一个独立的 1117-2.5v。D5 为电源工作指示灯，在开发板的左下角，D3 为 IN5822，高速肖特基二极管，防止电源接反；同时设计钽电容用作电源滤波处理，提高稳定性。

下图是 FPGA 芯片的电源和地处理，针对 3.3v、2.5v、1.2v 电源分别作了滤波处理，特别是锁相环部分用了电感和钽电容处理，提高稳定性，同时该部分电路板布线的线宽要大于 20mil。

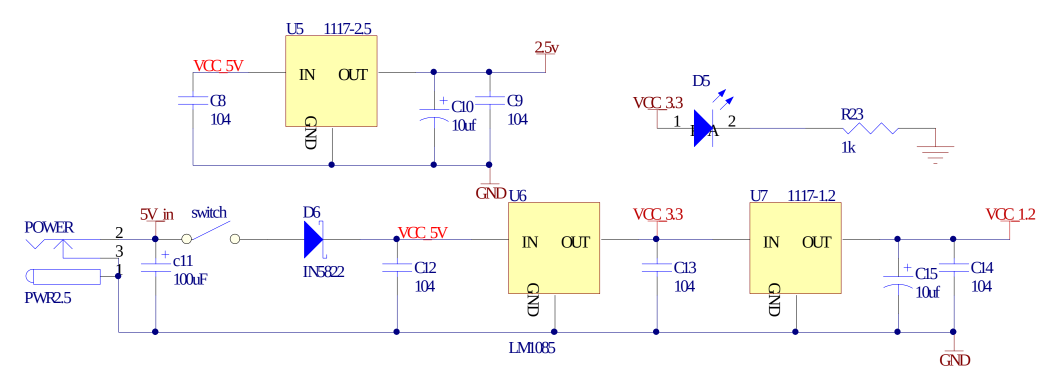



图 15　电源部分电路

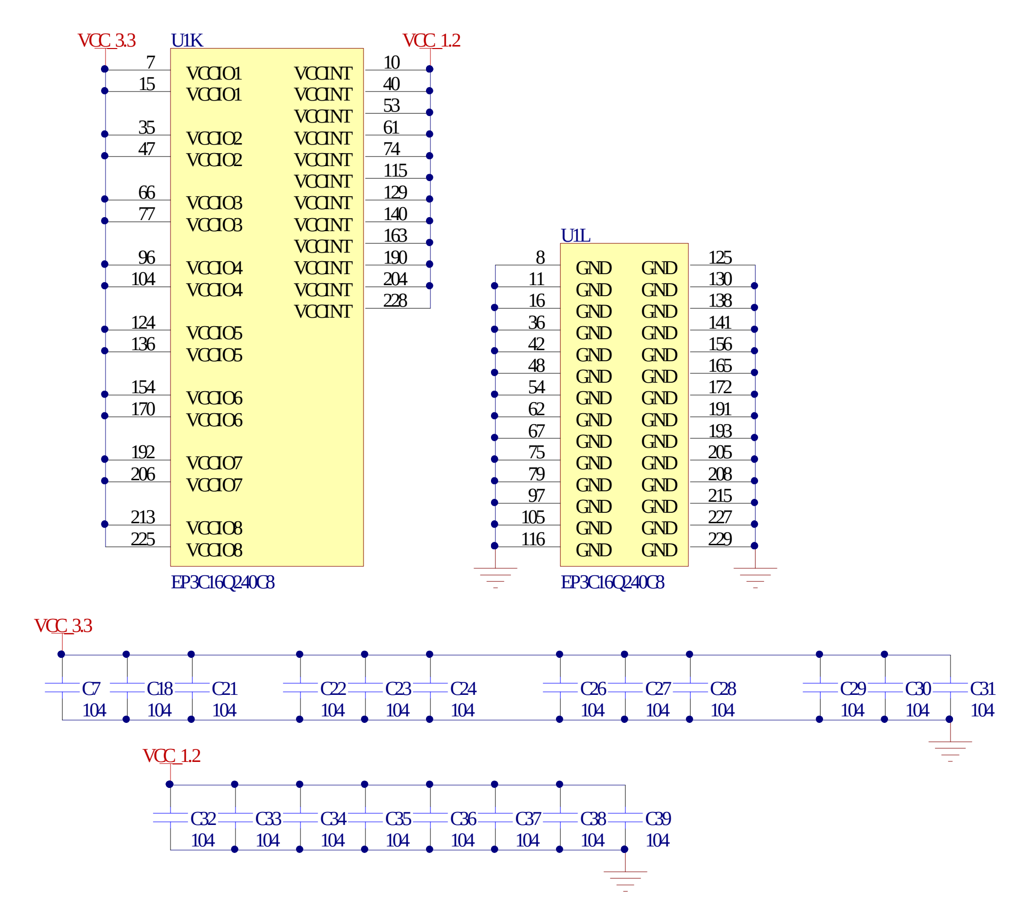



图 16　FPGA 电源处理电路

# 三、 工作照片欣赏

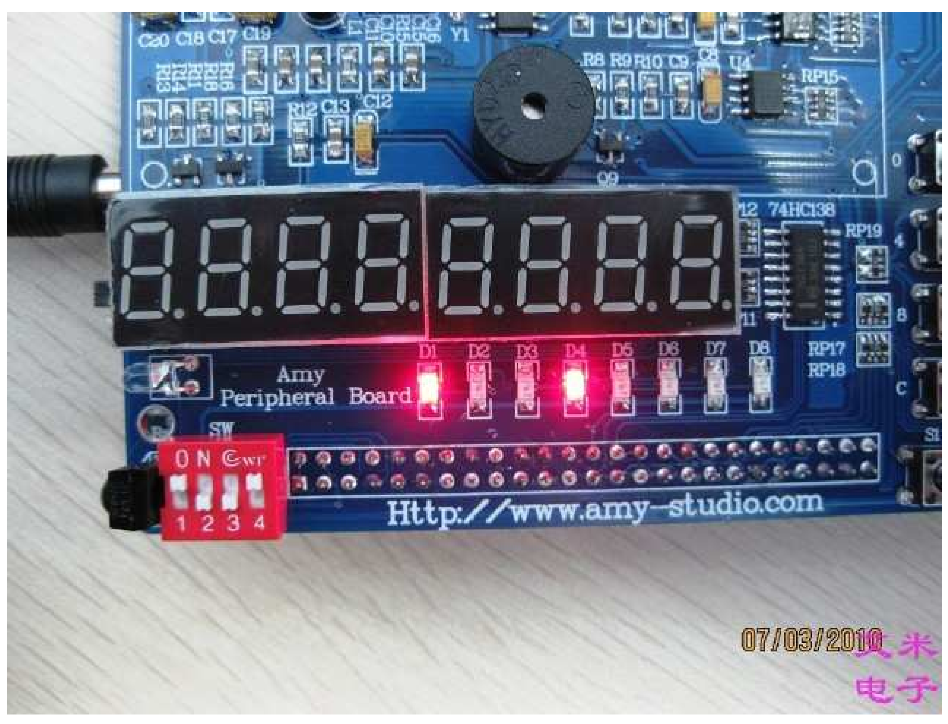



图 17　拨码开关以及 LED 显示指示




图 18　数码管动态显示



图 19　LCD1602 液晶显示

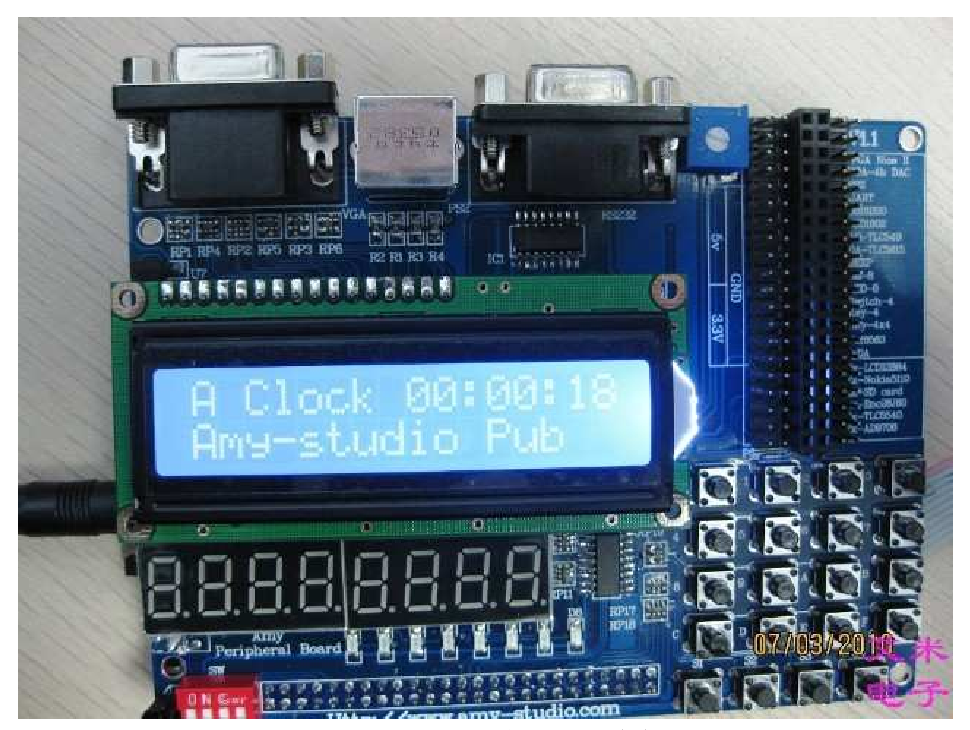


图 20　LCD1602 液晶显示数字钟

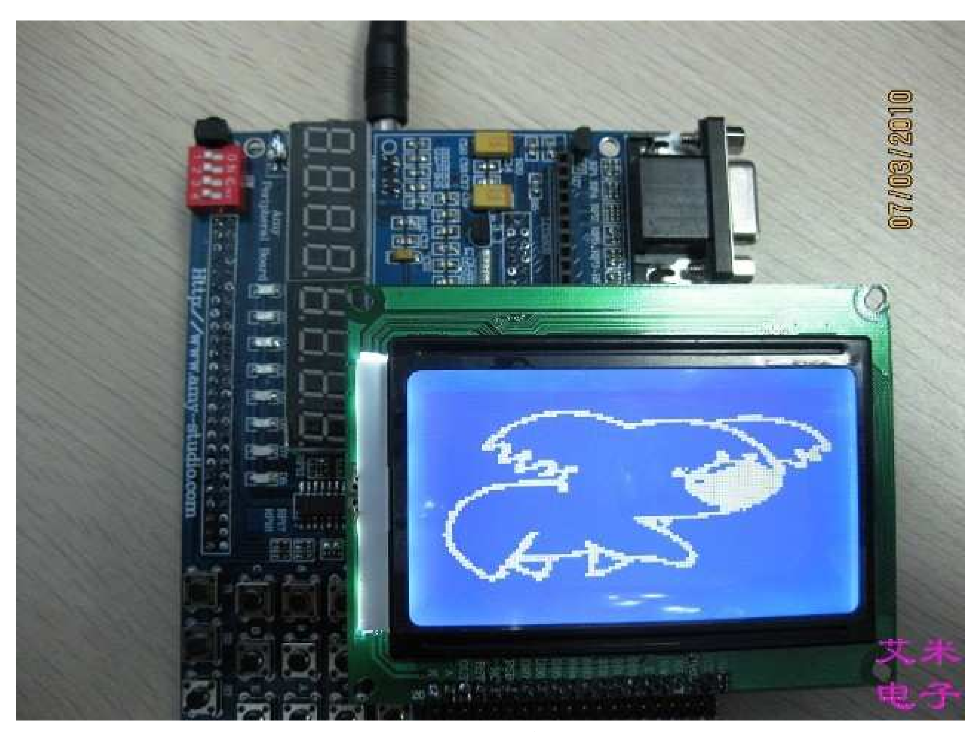



图 21　LCD12864 液晶显示图片

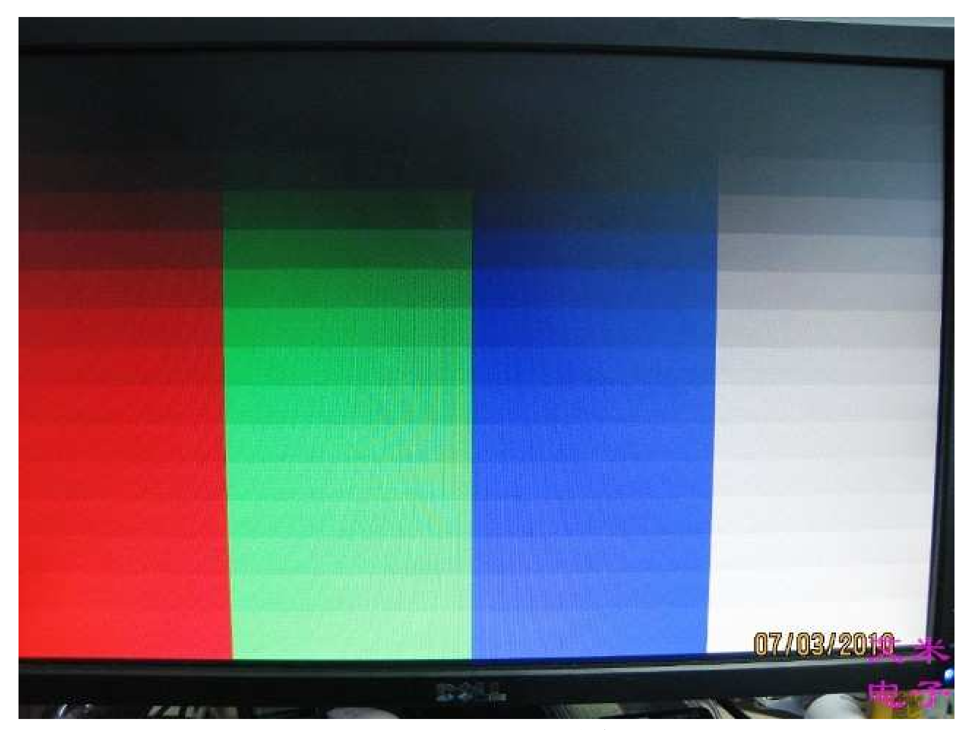



图 22　VGA 显示彩条




图 23　VGA 显示汉字

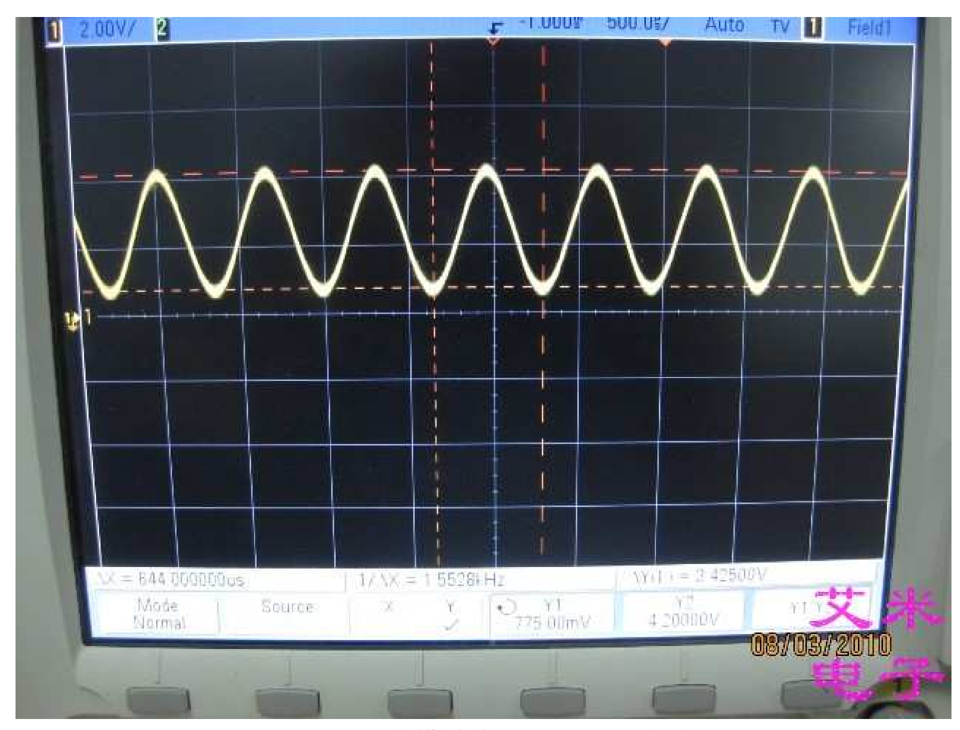



图 24　DA 数模转换器输出正弦波波形



图 25　Nokia5110 液晶显示 1



图 26　Nokia5110 液晶显示 2




图 27 Nokia5110 液晶显示 3




图 28 Nokia5110 液晶显示 4



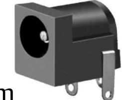

图 29　Nokia5110 液晶显示 5




图 30　Nokia5110 液晶显示 6

# 四、注意事项

## 4.1 电源

5v 输入，内正外负，外经 5mm，内径 3.5mm 

## 4.2　JTAG 拔插方法

切忌不要带电拔插 USB Blaster JTAG 下载线或者并口的下载线，容易对 FPGA 芯片的内部配置部分电路造成损坏，*损坏即不可修复，望周知！*




图 31　JTAG 以及 ASP 实物图

**正确操作流程：**
**连接——断电 、连接 JTAG（或者 ASP）下载线、 上电**
**断开——断电 、拔下 JTAG（或者 ASP）下载线**
论坛相关帖子说明：http://www.amy-studio.com/bbs/thread-547-1-1.html

## 4.3　软件说明

Altera 的软件版本不断的升级，所以客户自己的开发软件要根据自己的实际情况来选择，不一定最高版本就是最好的，但是低版本软件不能打开高版本的例程，2010 年开始，光盘配备软件版本 9.1。注意 Quartus II 软件和 NIOS IDE 软件

的版本必须一致，安装在同一个目录下面，安装目录不要有中文和空格。

## 4.4 管脚复用

开发板已经和接口板连接状态的时候，接口板上面虽然有扩展的 IO 管脚，但是大部分都是已经占用的，如果复用的情况客户要根据实际情况进行选择，避免因为管脚复用造成调试失败！

# 五、 测试开发板

核心板与下载线的连接图，如图 3 - EP2C16 开发板 JTAG 以及 ASP 连接方式照片所示，按照图连接好，开发板上电，就可以进行开始测试，这里只介绍核心板的测试步骤，接口板功能请按照光盘中的例程逐一测试，而后艾米电子将公布开发板测试文件，敬请关注；核心板测试包括：JTAG 下载功能测试，ASP 下载功能测试，SDRAM 功能即软核测试，SRAM 读写功能测试，AT24C02 存储器测试，具体如下：

## 5.1 JTAG 测试

参照视频教程：**如何利用 quartus 建立工程.exe** （右下角时间为 5 分 40 秒）对 FPGA 的 JTAG 配置功能进行测试。（注意不要带电拔插 JTAG 线）视频中采用的是 USB Blaster，客户需要根据自己的实际情况选择下载线（用的是并口下载线就选择并口下载线，用 USB blaster 下载线就选择 USB blaster），同时这个视频是艾米电子 09 年针对上一代 EP2C8 进行录制的资料，请读者灵活使用。

## 5.2 ASP 测试

参照视频教程：**如何利用 quartus 建立工程.exe** （右下角时间为 5 分 40 秒）对 FPGA 的 ASP 配置功能进行测试。（注意不要带电拔插 JTAG 线）视频中采用的是 USB Blaster，（用的是并口下载线就选择并口下载线，用 USB blaster 下载线就选择 USB blaster），同时这个视频是艾米电子 09 年针对上一代 EP2C8 进行录制的资料，请读者灵活使用。

## 5.3 SDRAM 软核功能测试

首先确保光盘中的“FPGA-NIOS II 开发板资料\1-例程\EP3C16”目录下的“sdram”解压到一个没有中文和没有空格的目录下。比如 ： D:\sdram。

然后，打开 Nios II SBTE（Nios II 9.1 Software Build Tools for Eclipse）。在 Nios II SBTE 中，单击 File-Import...，导入已有软件工程。

**注意：下图为 EP2C8 的操作演示，EP3C16 请自己灵活变通**

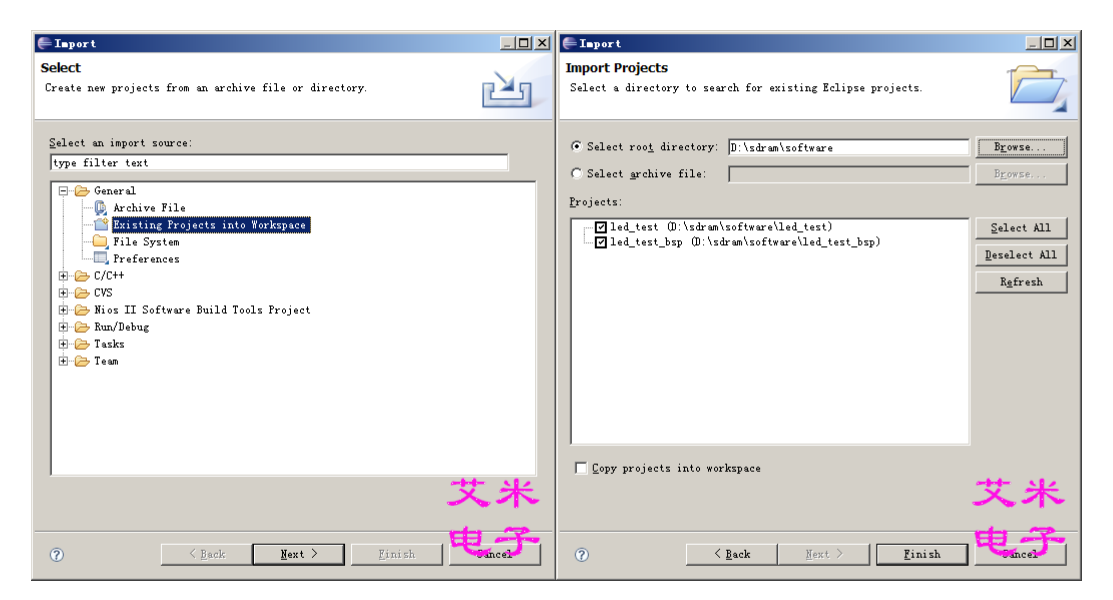



图 32　Nios II IDE 下导入工程

单击 Nios II-Quartus II Programmer，下载 sof 到 FPGA。

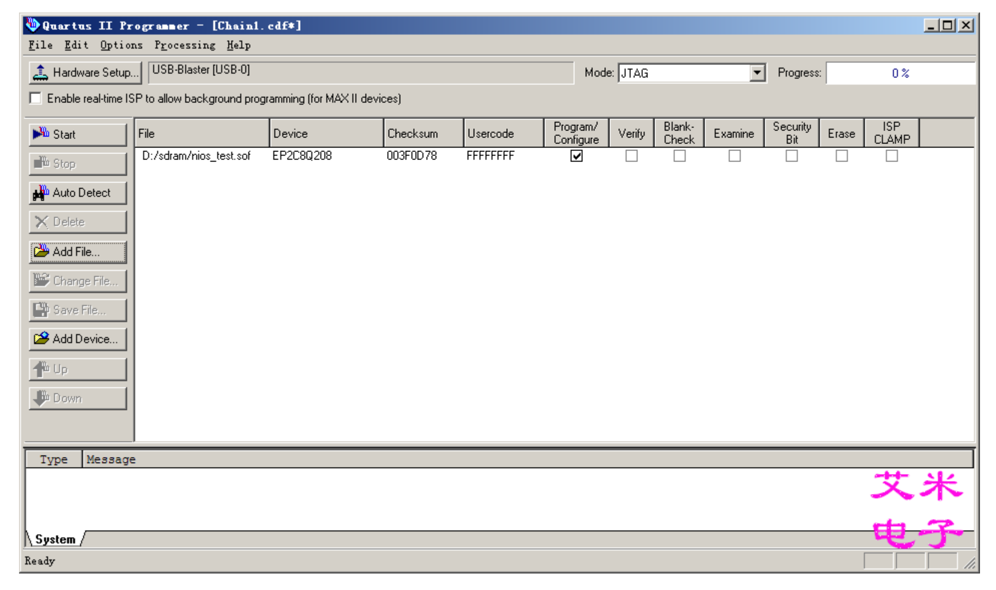



图 33　下载 FPGA 配置 sof 文件

单击 Run-Run，选择 Nios II Hardware。

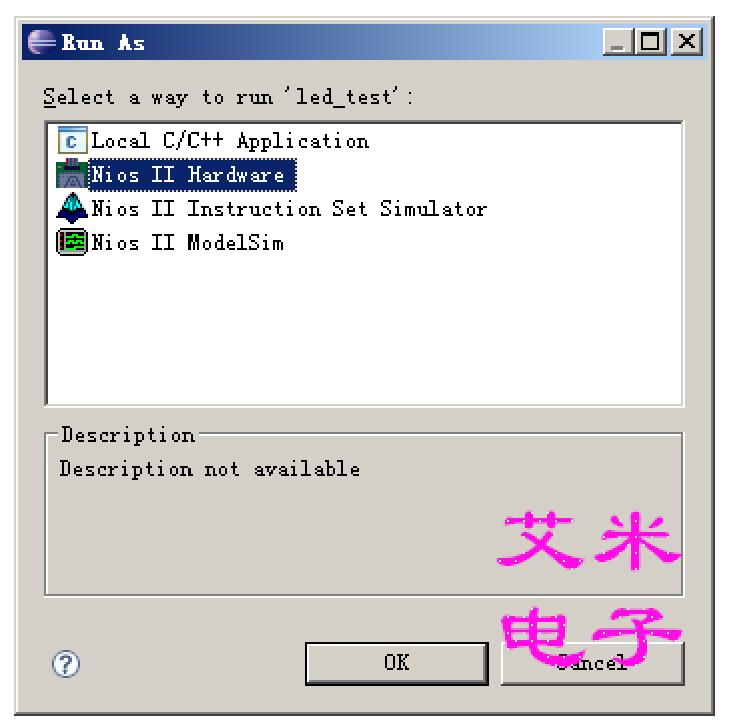



图 34　选择 Nios II Hardware

单击 Target Connection，再单击 Refresh Connection 连接 JTAG 下载线。

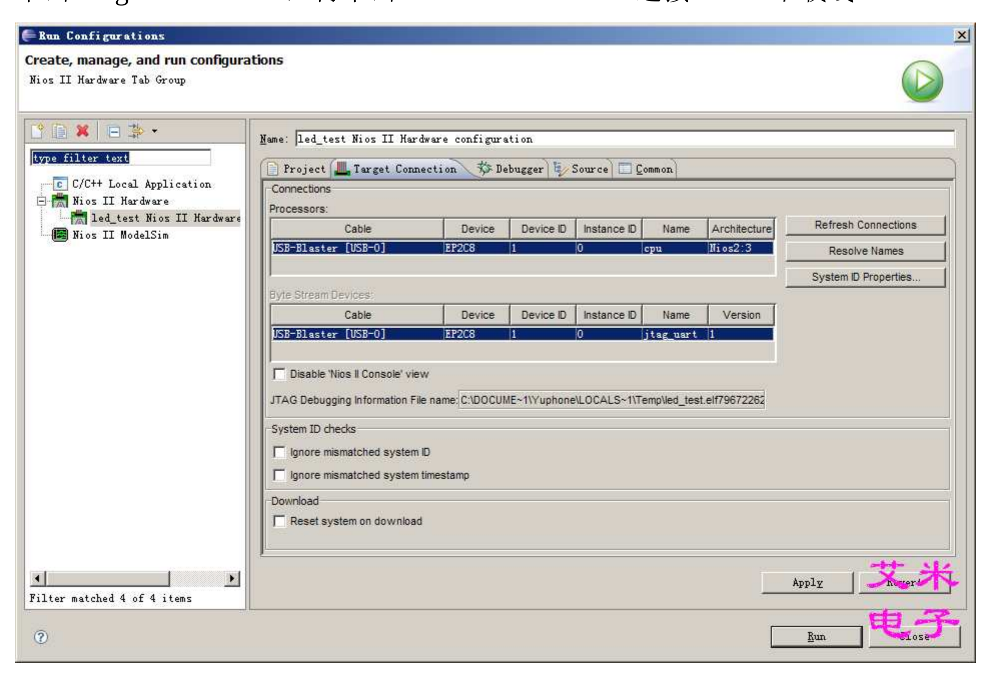



图 35 Run configuration 配置界面

点击 Apply 后，运行即可看到实验现象。

## 5.4 SRAM 读写功能测试

注意：SRAM 为可选件，请确认自己已经购买的是 SRAM 版本再进行测试！

首先写入 从 0～51 的地址 写入数据 1～51，然后 51 到 80 都为有效写入地址，但是数据不做更新，也就是写入的都是 51，读取的时候，从 0 读到 96，前面正常从读取到 51，之后从 51 开始到 80 一直都是 51，从 81~96 这段数字是未知的数值。

测试的时候，直接打开 SRAM 的工程，如下图选择，

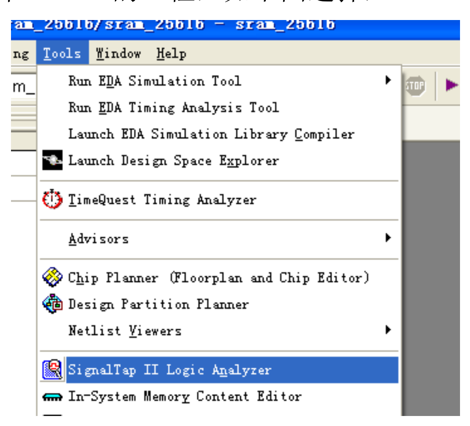



图 36 创建 SignalTap II 仿真文件

打开 Signaltap II 之后，如下设置，点击绿色的下载符号图标，进行 JTAG 下载，成功之后，可以在 Signaltap II 进行采集。

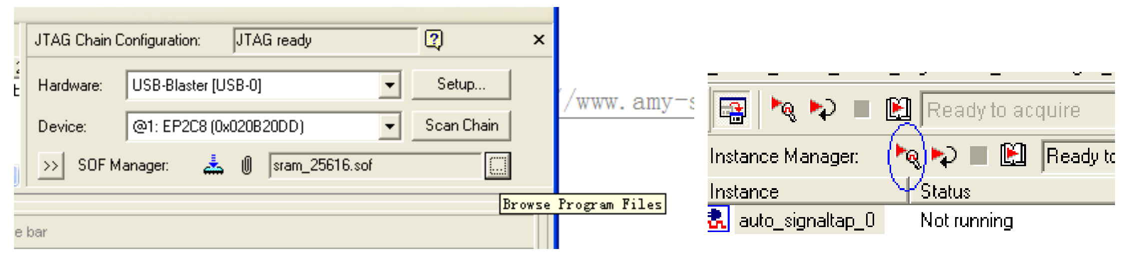



图 37 SignalTap II 配置与运行

蓝色框里面的是启动一次扫描，右侧的带有箭头的图标是连续扫描，关于 Signaltap II 的具体用法请用户自己查阅相关资料，或者关注艾米电子网站，我们将会陆续推出基于 Quartus II 的各种调试技巧以及应用实例，Signaltap II 是一个非常好的调试工具，建议各位网友一定学会使用。

最终测试结果如下。



图 38 Sram 运行仿真图

## 5.5 AT24C02 存储器测试说明

AT24C02 是一款 I2C 接口的存储器，掉电信息不丢失，利用它可以实现用户在线的设置保存，具有很好的实用功能。AT24C02 的测试需要结合艾米电子的接口板进行，这里不做过多介绍，具体参看艾米电子的接口板以及实例资料。

测试至此：证明开发板的 JTAG 部分和 ASP 下载部分均没有问题，配置芯片、SDRAM、SRAM 部分均没有问题，下载线的 JTAG 和 ASP 功能均没有问题。表明核心板已经 ok，可以正常使用，**如果在测试过程中遇到问题，请不要再继续使用**，以免对开发板造成人为损坏！请主动联系艾米电子的工作人员，说明情况，我们会根据实际情况安排调换或者退货处理！

# 六、技术支持与保修

客户开发板拿到手之后，请尽快测试，一周内产品有问题免费调换，一个月内产品有问题，运费费用客户承担。一年内免费维修，维修费用和运费费用客户承担。器件人为损坏，不在产品质量保修范围内，保留不予以维修的权利。

QQ 不讨论技术问题，只针对客户的开发板本身问题测试过程进行解答。日后所有技术问题请不要通过 QQ 留言，有可能不会予以回复，望周知。技术问题一律到论坛发帖提问交流，或者通过 Emaill 交流。

大家的时间都非常珍贵，qq 太占用时间，无法专心工作，请互相谅解，谢谢！

---------------------------------------------------------------------

论坛： http://www.amy-studio.com/bbs

-------------------------------------------------

**Email:** amy-studio@qq.com

-------------------------------------------------

# 附录 艾米产品报价单

**发布日期：2010 年 3 月 3 日**

零售数量 1 个起，采购 5 个以上可以联系店长谈批发价格，单位：元

套餐中价格、促销价格以及 PCB 空板的销售情况，请及时关注艾米电子店铺。

联系电话：13889695114

店铺：http:amy-studio.taobao.com

表 5 艾米电子产品报价

| 产品名称 | 零售价格 |
|---|---|
| EP2C5T144 - FPGA 核心板 | 150元 |
| EP2C8Q208 - FPGA NIOS II 核心板 | 258元 |
| EP3C16Q240 - FPGA NIOS II 核心板 | 388元 |
| Altera USB Blaster 下载线 | 100元 |
| Altera 并口下载线 | 25元 |
| 艾米 EDA 接口板 | 168元 |
| | |
| VS1003 - MP3模块 | 60元 |
| ENC28J60 - 网络接口模块 | 45元 |
| CH375 - USB 接口模块 | 45元 |
| SD 卡接口模块 | 18元 |
| 串口模块 | 12元 |
| | |
| LCD1602液晶模块 | 16元 |
| LCD12864液晶模块 | 65元 |
| Nokia5110液晶模块 | 16元 |
| | |
| 5v 1A 开关电源 | 18元 |
| 串口延长线 | 5元 |
| USB 打印线 | 3元 |
| 杜邦线 20cm 长 | 0.3元 |